

**Progetto definitivo per la realizzazione di un impianto
fotovoltaico a terra collegato alla RTN
Comune di Uta (CA) – Loc. Macchiareddu**

Oggetto:

**408 – CIV - PIANO DI INDAGINI PRELIMINARI – RELAZIONE
TECNICA FINALE**

Proponente:



DELTA ACQUARIO S.r.l.
Via Mercato n.3, MILANO (MI), 20121
P.I. 11467110968
REA MI - 2604782
PEC deltaacquario@legalmail.it

Progetto sviluppato da Regener8 Power per Canadian Solar



<https://regener8power.com/>
The Surrey Technology Centre,
The Surrey Research Park, Guildford, Surrey, England,
GU2 7YG

Relazione tecnica a cura:



Studio Tecnico Geologico
Servizi & Consulenze - Dott. Mario STRINNA

Sede legale: Viale Diaz, 48 - 09125 DAGLIARI - Tel.F ax 070 303083
Portatile +39 328 7906284 - E-mail studiostrinna@gmail.com - mariostrinna@libero.it
PEC mariostrinna@spap.sicurezzaoposte.it web: www.mariostrinna.com

Dott. Mario Strinna



Rev. N.	Data	Descrizione modifiche	Redatto da	Rivisto da	Approvato da
00	07/03/2023	Prima emissione per richiesta integrazione MiTE	M. Strinna	A. Satta	M. Strinna

Fase progetto: **Definitivo**

Formato elaborato: **A4**

Nome File: **408_Piano di indagini preliminari - Relazione tecnica finale**



COMUNE DI UTA
(Prov. di Cagliari Città Metropolitana)

**REALIZZAZIONE IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA DA 25 MW - TIPO AD
INSEGUIMENTO MONOASSIALE AREA INDUSTRIALE DI MACCHIAREDDU
COMUNE DI UTA (CA)**

PIANO DI INDAGINI PRELIMINARI - RELAZIONE TECNICA FINALE



Studio Tecnico Geologico
Servizi & Consulenze - Dott. Mario STRINNA

Sede legale : Viale Diaz, 48 - 09125 CAGLIARI - **Tel.Fax** 070.303083
Portatile +39 328.7906284 - **E-mail** mariostrinna@libero.it **PEC** mariostrinna@epap.sicurezzapostale.it
web : www.mariostrinna.com

Committente:



DELTA ACQUARIO S.r.l.
Via mercato n.3, MILANO (MI), 20121
P.I. 11467110968
REA MI - 2604782
PEC deltaacquario@legalmail.it

Progetto sviluppato da Regener8 Power per Canadian Solar
The Surrey Technology Centre,
The Surrey Research Park, Guildford, Surrey,
England, GU2 7YG



Oggetto:

RELAZIONE TECNICA FINALE

Data:

03/2023

Scala:

Geologo [O.R.C. n. 441 - Sez. A]

Dott. Mario STRINNA



Collaboratore:

Dott. Fabio CAU

Aggiornamenti:

Tavola:

File: mario/geologia/2023/Impianto fotovoltaico CACIP 25



COMUNE DI UTA

(Prov. di Cagliari – Città Metropolitana)

PIANO DI INDAGINI PRELIMINARI – RELAZIONE TECNICA FINALE

**REALIZZAZIONE IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA DA 25 MW - TIPO AD
INSEGUIMENTO MONOASSIALE AREA INDUSTRIALE DI MACCHIAREDDU
COMUNE DI UTA (CA)**

COMMITTENTE



DELTA ACQUARIO S.r.l.

Via mercato n.3, MILANO (MI), 20121

P.I. 11467110968

REA MI – 2604782

PEC deltaacquario@legalmail.it

Progetto sviluppato da Regener8 Power per Canadian Solar



TECNICO GEOLOGO [SEZ. A]

DOTT. MARIO STRINNA

La presente relazione non può essere né copiata né riprodotta, anche parzialmente, se non con il consenso del professionista incaricato, previa autorizzazione scritta. Eventuali mancanze saranno punite ai sensi di legge (Art.2578 C.C. - L.22.4.1941 N.6331)

This report can be neither copied nor reproduced, even partially, except with the consent of the professional person in charge, prior written permission. Any deficiencies will be punished according to the law (Art.2578 CC - L.22.4.1941 N.6331)



INDICE

1. PREMESSA	pag. 4
1.1 - Normativa di riferimento	pag. 4
1.2 - Aziende esecutrici	pag. 4
2. INQUADRAMENTO CARTOGRAFICO E GEOGRAFICO	pag. 4
3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO - STRATIGRAFICO E IDROGEOLOGICO	pag. 7
3.1 - Inquadramento geologico locale	pag. 7
3.2 - Idrogeologia	pag. 9
4. DESCRIZIONE DELLE ATTIVITÀ PROPEDEUTICHE	
ALL'ESECUZIONE DEL PIANO DI INDAGINI	pag. 10
4.1 - Materializzazione dei punti di indagine	pag. 10
5. ESECUZIONE INDAGINI	pag. 10
5.1 - Sondaggi e piezometri	pag. 11
5.1.1 - Attrezzatura impiegata	pag. 11
5.1.2 - Metodiche di esecuzione dei sondaggi geognostici	pag. 12
5.1.3 - Metodiche di esecuzione dei piezometri	pag. 12
5.1.4 - Pulizia piezometri (spurgo)	pag. 13
5.2 – Campionamento matrici ambientali	pag. 13
5.2.1 - Campionamento di suolo, sottosuolo e Top Soil	pag. 14
5.2.2 - Campionamento acque sotterranee e misure di campo	pag. 15
6. METODICHE ANALITICHE	pag. 16
6.1 - Metodiche analitiche utilizzate	pag. 16
6.1.1 - Metodiche di analisi sulla matrice suolo e sottosuolo	pag. 16
6.1.2 - Metodiche di analisi sulla matrice Top Soil	pag. 18
6.1.3 - Metodiche di analisi sulla matrice acqua sotterranea	pag. 18
7. RISULTATI DEL PIANO DELLE INDAGINI	pag. 20
7.1 - Stratigrafie	pag. 20
7.2 - Risultati analitici	pag. 20
7.2.1 - Risultati delle analisi sui campioni di suolo e sottosuolo	pag. 21
7.2.2 - Risultati delle analisi sui campioni di Top Soil	pag. 21



7.2.3 - Risultati delle analisi sui campioni di acqua sotterranea	pag. 21
8. SUPERAMENTI DELLE CSC	pag. 22
8.1 - Superamenti delle CSC nei campioni di suolo e sottosuolo	pag. 22
8.2 - Superamenti delle CSC nei campioni di Top Soil	pag. 22
8.3 - Superamenti delle CSC nei campioni di acqua sotterranea	pag. 23
9. VALIDAZIONE ARPAS	pag. 23
10 - CONCLUSIONI	pag. 23
11. ALLEGATI	pag. 23



1. PREMESSA

La presente relazione tecnica finale è stata redatta al fine di descrivere le attività di campo e di laboratorio e di restituire i risultati ottenuti dall'esecuzione del Piano delle Indagini, parte integrante del "Piano delle Indagini Preliminare" del sito denominato CACIP 25, ai sensi del D.Lgs 152/06, ricadente all'interno dell'area industriale del CACIP in località Macchiareddu. Su tali aree la Società committente intende effettuare la realizzazione di un impianto (fotovoltaico) di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile solare e relative opere ed infrastrutture connesse di potenza 25 MW, denominato CACIP25. Il sito risulta inserito all'interno del comparto 1 del Piano di Caratterizzazione dell'Agglomerato Industriale di Macchiareddu approvato dal MATTM.

1.1 - Normativa di riferimento

Le attività di caratterizzazione sono state eseguite ai sensi del seguente:

- Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 "Norme in materia ambientale" e ss.mm.ii.

1.2 - Aziende esecutrici

Tutte le attività descritte nella presente relazione saranno eseguite dalle seguenti aziende e professionisti:

- Geotest srl con sede legale in Viale Armando Diaz 48 - 09125 Cagliari (CA) per la parte relativa alle indagini geognostiche (sondaggi, PZ allestimento dei piezometri);
- BIOCHEMIE LAB SRL con sede operativa BIOCHEMIE LAB SRL Via dei Limite 27/G - 50013 Campo Bisenzio (FI) per la parte relativa alle analisi dei campioni delle diverse matrici campionate;
- Dott. Geol. Mario Strinna con studio in Viale Armando Diaz, 48 - 09125 Cagliari e Dott. Geol. Fabio Cau con studio in Via Roma, 80 - 09047 Selargius, per la parte di responsabile di cantiere, addetto al campionamento di suolo, sottosuolo e Top Soil e acque sotterranee e stesura della presente relazione tecnica.

2. INQUADRAMENTO CARTOGRAFICO E GEOGRAFICO

La zona oggetto del presente studio è situata nel territorio Comunale di Uta, nella Z.I di Macchiareddu. L'area oggetto del presente intervento è inserita ad Ovest del complesso del CACIP VI^a strada Ovest, in un'area disposta Nord-Sud più o meno parallela alla Strada Consortile Macchiareddu. Corograficamente è inquadrabile nei seguenti Fogli Regionali:

- Foglio **I.G.M.** N. 556 – Sez II° quadrante denominato "Assemini" alla scala 1:25.000;



- Foglio **C.T.R.** N. 556 -120/160 denominato rispettivamente “Assemini” e “Azienda Agricola Planemesu” alla scala 1:10.000.

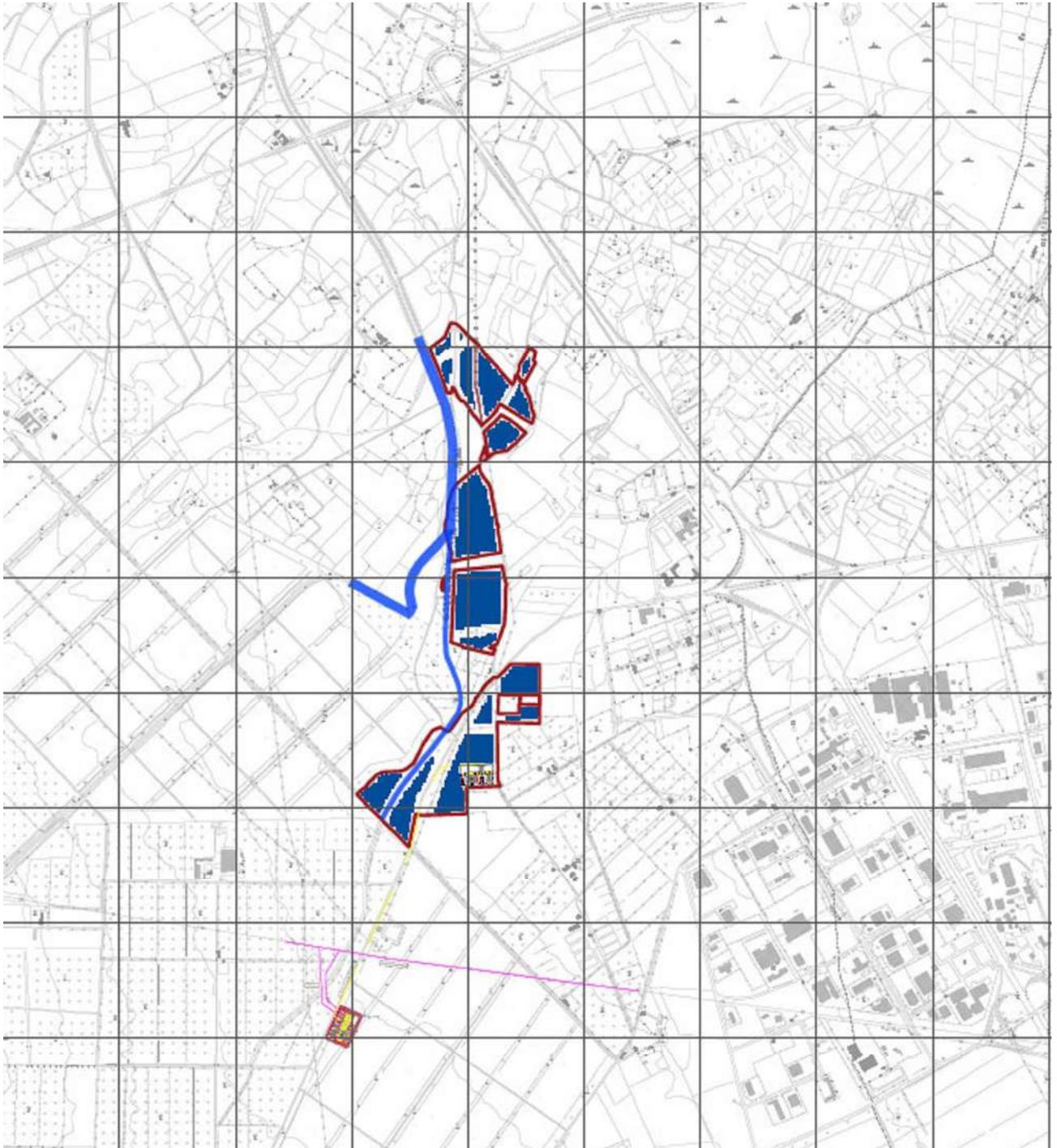


Figura 1 - Stralcio della planimetria Impianto su C.T.R

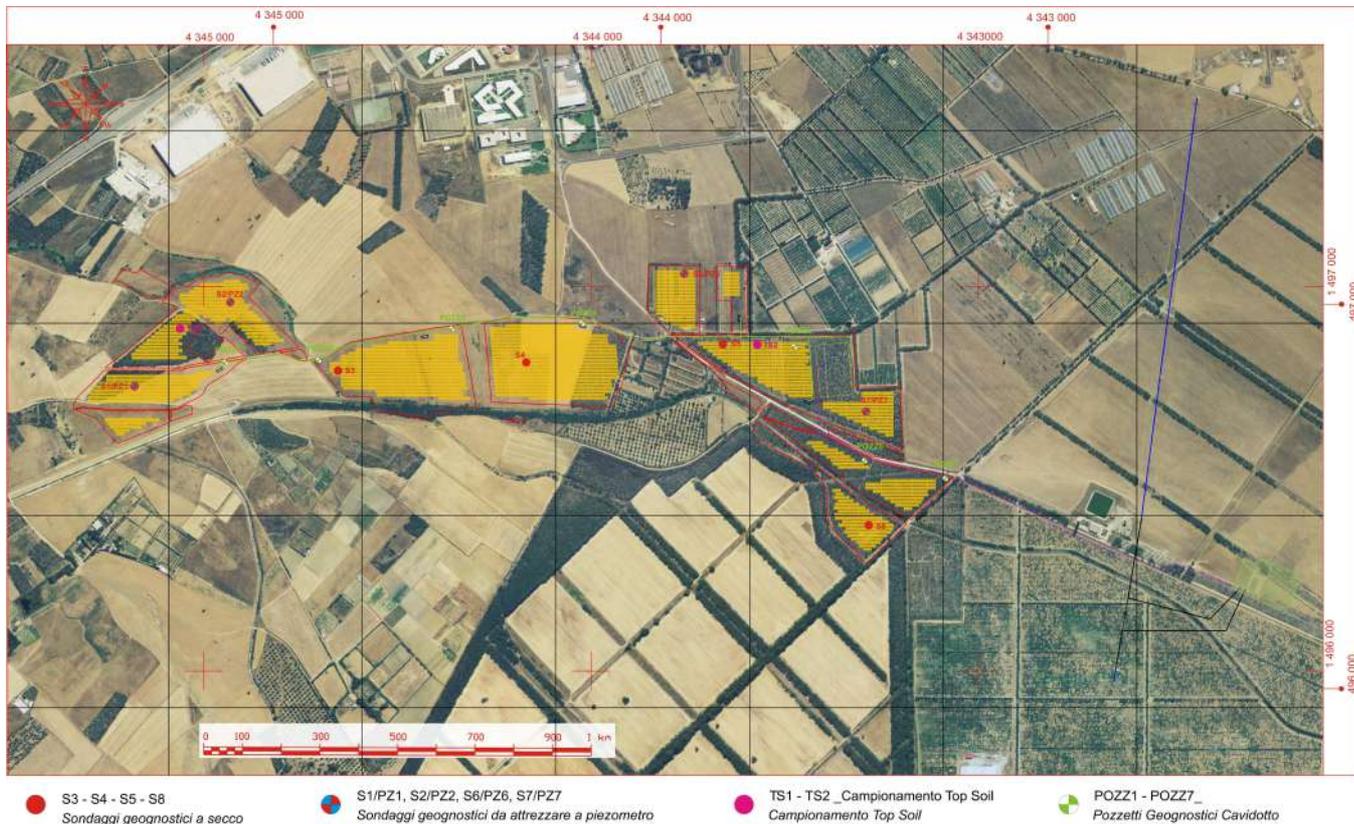
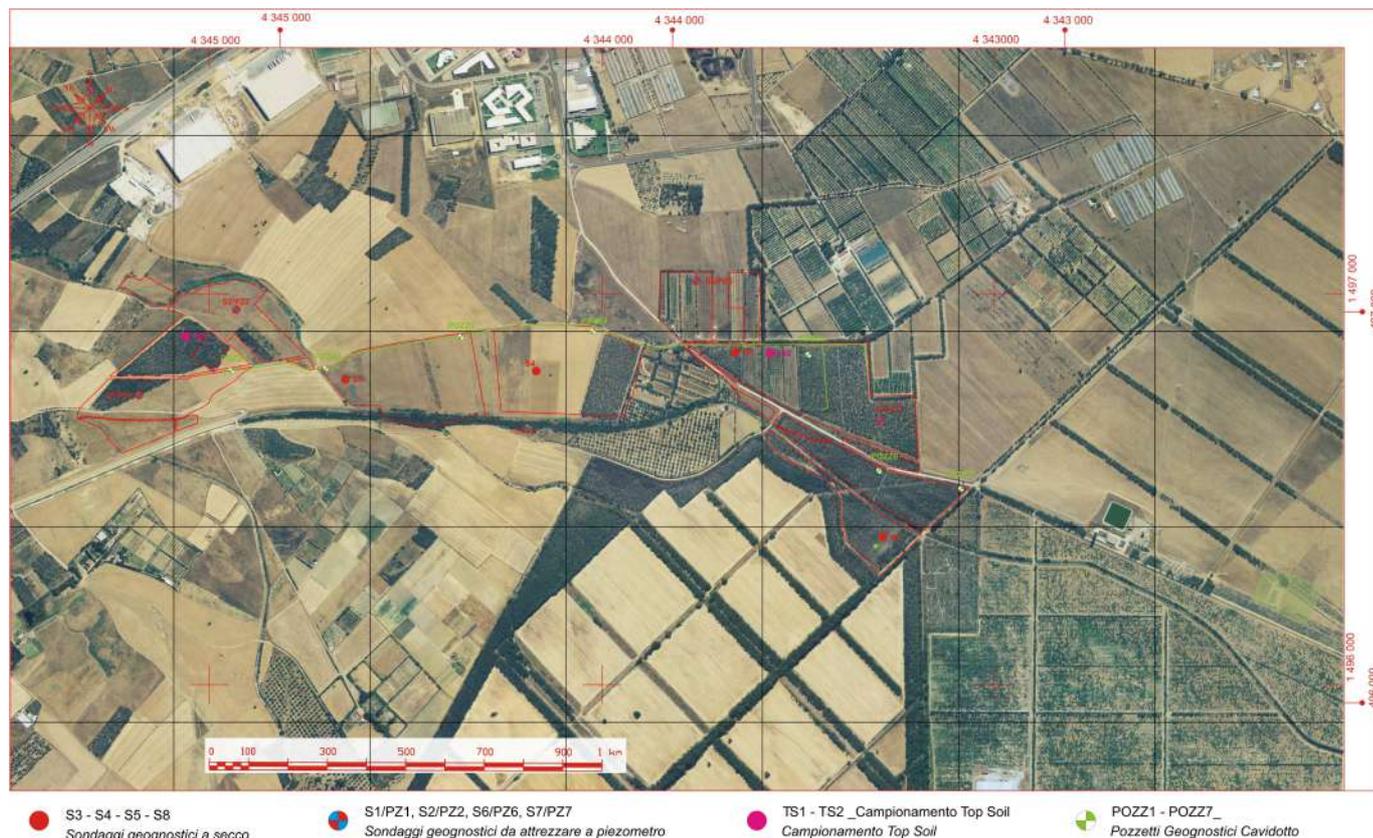


Figura 2 – Vista aerea dell'area di interesse



3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO - STRATIGRAFICO E IDROGEOLOGICO

3.1 - Inquadramento geologico locale

L'area in esame è situata nel settore sud occidentale del Campidano di Cagliari, conformato da ampie conoidi alluvionali e terrazzi, modellata da terreni la cui età va dal Terziario fino al Quaternario recente. Il territorio, prevalentemente pianeggiante, è costituito quasi totalmente da una copertura Quaternaria di facies alluvionale terrazzata, con giacitura tabulare, appartenente al periodo "Pleistocene -Olocene". Le coltri alluvionali quaternarie poggiano discordanti sulla formazione continentale terziaria del Cixerri, sulle vulcaniti andesitiche e localmente sul basamento paleozoico, in particolare a ovest dell'area sensibile. Molti autori hanno riconosciuto entro questi depositi la presenza di più ordini di terrazzi, legati sia alla differente evoluzione tettonica plio-quaternaria, sia ai vari processi morfogenetici conseguenti le variazioni climatiche del Pleistocene-Olocene, che hanno visto l'alternarsi di fasi d'intensa erosione e fasi di accumulo dei sedimenti (O.Seuffert, 1970).

L'area sensibile collocandosi in un'area morfologicamente pianeggiante, è caratterizzata da un paesaggio uniforme e piatto, con forme evolute e spianate, la cui pendenza degrada dolcemente a E-SSE, verso l'area depressa dello Stagno di Cagliari e la linea di spiaggia verso il mare,

mentre va aumentando a Ovest, verso la fascia detritica pedemontana di raccordo con le colline paleozoiche.

L'estesa copertura alluvionale caratterizzante questa porzione di Campidano è costituita da sedimenti alluvionali derivati dall'appiattimento morfogenetico di grandi conoidi alluvionali deposte dai corsi d'acqua allo sbocco delle valli, che hanno inciso i rilievi del Sulcis orientale. In particolare l'area sensibile è impostata su depositi alluvionali antichi terrazzati risultanti dall'evoluzione della conoide alluvionale del Rio S. Lucia, reincisa e più volte plasmata dai processi di scorrimento delle acque superficiali, accentuati o mitigati dalle variazioni climatiche quaternarie. La stessa si estende in un ampio ventaglio, che dal punto di confluenza tra il rio Gutturu Mannu e il rio Gutturreddu si apre fino allo stagno di Cagliari, costituendo la stessa piana deltizia. In conformità a criteri morfostratigrafici, pedostratigrafici e morfoclimatici sono distinte sostanzialmente due unità deposizionali, separate da una superficie d'erosione corrispondente a una fase d'incisione e terrazzamento: alluvioni antiche terrazzate attribuite al "Subsistema di Portoscuso" del periodo Pleistocene e di alluvioni più recenti terrazzate.

- Litofacies nel sub sistema di Portoscuso [PVM2a] → si tratta di depositi fluvio-deltizi (autoctoni) pleistocenici, costituiti da ghiaie grossolane, più raramente blocchi, a spigoli subangolosi e subarrotondati, eterometrici, con dimensioni perlopiù decimetriche. I ciottoli sono poligenici, anche se prevalgono gli elementi di scisto, granito, quarzite, a riflettere la costituzione geolitologica del bacino di alimentazione dell'area. I depositi, generalmente di colore bruno rossastro sono ben costipati, talora ferrettizzati, per la presenza di ossidi ferrici nella matrice prevalentemente sabbioso-argillosa, a seguito di processi diagenetici legati all'alterazione idrica superficiale. I sedimenti più fini rappresentati da sabbie grossolane, sono sempre subordinati e si presentano in lenti o livelli intercalati a quelli ciottolosi. Alluvioni antiche conglomeratiche affiorano in particolare in località ad esempio "Planemesu".
- Alluvioni terrazzate Oloceniche [bna] → depositi alluvionali grossolani di fondovalle e di piana, costituiti da orizzonti conglomeratici, da livelli di ghiaie poligeniche a stratificazione incrociata concava alternate a ghiaie a stratificazione piano-parallela, con intercalazioni di livelli sabbioso-ciottolosi, a matrice generalmente sabbiosa, mediamente costipate con un basso grado di cementazione. Tali sedimenti alluvionali, affioranti in particolare a nord e a est dell'area di sedime, derivano dal rimaneggiamento dei depositi conglomeratici antichi dei glacis d'accumulo e di conoide alluvionale e ricoprono i sedimenti del sistema di Portoscuso. Gli stessi sono a loro volta sovrastati dai depositi alluvionali attuali, costituiti da livelli ghiaiosi eterometrici e sciolti, che occupano le zone limitrofe agli alvei dei principali corsi d'acqua.



- Alluvioni Oloceniche [bb ÷ ba] → I sedimenti alluvionali sono in genere grossolani, presentando localmente lenti e sottili livelli di sabbia. Le strutture sedimentarie non si differenziano da quelle già descritte per i depositi alluvionali terrazzati olocenici, a testimoniare la presenza in un passato più o meno prossimo di corsi a canali intrecciati. Avvicinandosi ai versanti i sedimenti all'interno degli alvei possono essere anche molto grossolani con ciottoli e blocchi. Spesso allo sbocco delle valli che drenano i rilievi, i corsi d'acqua sono incisi all'interno di conoidi alluvionali delimitati in genere da scarpate anche di vari metri di altezza (ad es. quella del Rio Isca di Assemmini). Nelle pianure alluvionali principali, come quelle ai lati dell'alveo attuale del Flumini Mannu, del Rio Cixerri e sulla antica posizione del Riu Serra Gureu (esterno), sono presenti tracce di antichi meandri abbandonati, spesso riempiti da sedimenti fini. Sedimenti fini sabbioso-siltosi ed argillosi, ricchi di materia organica e con frequenti intercalazioni sabbiose affiorano anche in un'area particolarmente estesa sui lati della pianura alluvionale attuale a S dell'allineamento Uta-Assemmini.

Il sito ricade su alluvioni antiche terrazzate, che presentano un colore bruno-rossastro, costituite da ciottoli di scisto, porfido e granito, di varie dimensioni, sub-arrotondati; presentano matrice sabbioso-argillosa. I ciottoli hanno una granulometria che va dai 10 ai 60 cm, e provengono dallo smantellamento dei rilievi paleozoici ampiamente diffusi nel settore occidentale.

Normalmente i depositi alluvionali si presentano ben cementati ed hanno una potenza variabile dai 1 e 15 m, ma localmente mostrano profondità superiori. Si estendono in due zone localizzate grossomodo nel settore NE e SE dell'area, coperte da alluvioni più recenti. Nella fascia più settentrionale il contatto tra i due complessi alluvionali avviene in prossimità del "Rio Santa Lucia" e prosegue regolarmente in direzione Est fino alla laguna di S. Gilla". L'affioramento più meridionale ha anch'esso inizio presso il "Rio Santa Lucia" e prosegue verso SE attraverso la località di "Isca Maletta", "Marzallo" e "Liori", fino a "Is Marginis". A Nord dell'abitato di Capoterra, il limite tra i due depositi alluvionali è abbastanza netto, in quanto è ben evidente un terrazzo inciso nelle alluvioni antiche che in certi punti è alto 5-6 m.

3.2 - Idrogeologia

Le misure della soggiacenza della falda eseguite nei 4 piezometri realizzati nell'area di interesse nell'ambito del Piano di Indagine, hanno consentito di ricostruire l'andamento (morfologia) della falda/isopieze.

I valori di soggiacenza sono stati convertiti in piezometriche grazie al rilievo topografico che ha consentito di determinare le quote assolute del piano di campagna e del bocca-pozzo.

Piezometro	Coordinate piane Gauss -Boaga	Bocca pozzo	Piano campagna	Soggiacenza	Quota piezometric a
------------	----------------------------------	----------------	-------------------	-------------	---------------------------



	Y (m)	X (m)	m. slm	m. slm	m	m. slm
S1-PZ1	4345179,172	1496739,510	8,970	9,001	4,351	4,650
S2-PZ2	4344932,768	1496958,406	10,111	9,898	5,198	4,791
S6-PZ6	4343762,183	1497031,613	17,479	17,381	6,452	10,929
S7-PZ7	4343294,225	1496674,522	21,496	21,223	3,577	17,646

Tab. 3.2/1: quote piezometriche

4. DESCRIZIONE DELLE ATTIVITÀ PROPEDEUTICHE ALL'ESECUZIONE DEL PIANO DI INDAGINI

Nella presente sezione si fornisce una descrizione delle attività svolte per l'esecuzione del piano di indagine così come definito e approvato dagli Enti competenti.

4.1 - Materializzazione dei punti di indagine

In una prima fase a partire dalle coordinate di progetto si è proceduto all'individuazione (materializzati) dei punti di indagine, contrassegnati da picchetti in ferro munito di fungo di protezione, mediante GPS Stonex 8 Plus.

Solo al termine delle indagini si è proceduto a eseguire un nuovo rilievo topografico durante il quale sono state determinate anche le quote s.l.m.m. Le nuove coordinate, quelle di progetto, sono riportati in Tab. 4.1/1 e nell'Allegato H.

Data	Sond.	Coordinate Gauss-Boaga		Coordinate Gauss-Boaga		Quote	Quote fondo foro	Prof.
		di progetto		dei punti eseguiti				
		N	E	N	E	m slm	m slm	m
21/11/2022	S1-PZ1	4345167,1893	1496731,8134	4345179,172	1496739,510	9,001	-5,999	15,00
23/11/2022	S2-PZ2	4344937,1866	1496953,9379	4344932,768	1496958,406	9,989	-5,011	15,00
22/11/2022	S3	4344639,9491	1496781,8577	4344654.696	1496780.299	11,127	1,127	10,00
25/11/2022	S4	4344155,5059	1496809,7032	4344168.547	1496801.431	14,894	-3,106	18,00
01/12/2022	S5	4343654,5471	1496837,5742	4343662.350	1496849.163	17,562	7,562	10,00
01/12/2022	S6-PZ6	4343749,7736	1496999,9006	4343762,183	1497031,613	17,381	-0,619	18,00
28/11/2022	S7-PZ7	4343299,0150	1496674,4078	4343294,225	1496674,522	21,223	6,223	15,00
30/11/2022	S8	4343283,3865	1496379,3074	4343305.901	1496354.948	21,785	11,785	10,00
05/12/2022	TS1	4345055,1249	1496884,1652	4345061.875	1496889.279	10,876	10,776	0,10
05/12/2022	TS2	4343570,8676	1496838,6992	4343574.185	1496846.012	19,537	19,437	0,10
05/12/2022	POZZ 1	4344965,69	1496791,31	4344945.384	1496803.189	10,967	9,967	1,00
05/12/2022	POZZ 2	4344697,96	1496806,59	4344702.468	1496806.204	9,994	8,994	1,00
05/12/2022	POZZ 3	4344346,05	1496891,35	4344360.561	1496889.237	13,354	12,354	1,00
06/12/2022	POZZ 4	4344043,07	1496908,84	4344024.852	1496901.326	16,529	15,529	1,00
06/12/2022	POZZ 5	4343282,56	1496544,65	4343476.467	1496842.615	20,308	19,308	1,00
06/12/2022	POZZ 6	4343436,93	1496827,71	4343297.180	1496546.723	22,538	21,538	1,00
06/12/2022	POZZ 7	4343075,43	1496503,25	4343088.502	1496500.840	23,932	22,932	1,00

Tab. 4.1/1: Coordinate Gauss-Boaga di progetto ed esecutive dei punti di indagine con relative quote e profondità

5. ESECUZIONE INDAGINI



I lavori di esecuzione dei sondaggi si sono protratti dal 21/11/2022 al 09/12/2022, mentre il campionamento delle acque di falda è stato eseguito nei giorni 15 -16/12/2022.

Il piano delle indagini approvato di cui alle prescrizioni ARPAS Protocollo Partenza N. 44459/2021 del 14-12-2021, prevedeva:

- 1) Esecuzione di 8 sondaggi a carotaggio continuo a profondità variabile (S);
- 2) Allestimento a piezometro di 4 sondaggi (PZ);
- 3) Esecuzione di n. 7 pozzetti geognostici di profondità 1m;
- 4) Campionamento di n. 2 Top Soil (TS);
- 5) Campionamento di suolo e sottosuolo da sondaggio per complessivi 31 campioni;
- 6) Campionamento dei piezometri per complessivi 4 campioni di acqua di falda;
- 7) Analisi di 2 campioni di Top Soil;
- 8) Analisi di 31 campioni di suolo e sottosuolo;
- 9) Analisi di 4 campioni di acqua sotterranea.

Nell'ambito delle attività di campo il piano è stato eseguito nella sua interezza. Nello specifico le attività di indagine e campionamento si sono svolte dal 21/11/2022 fino al 16/12/2022.

5.1 - Sondaggi e piezometri

5.1.1 - Attrezzatura impiegata

Per l'esecuzione dei sondaggi ambientali si è utilizzata la tecnica del carotaggio continuo a rotazione. In tal senso sono state impiegate idonee macchine con caratteristiche e potenza idonee alla carretta esecuzione delle attività previste.

Nello specifico la macchina perforatrice utilizzata è una CMV "MK-900"



Fig. 5.1.1/1: Sonda CMV MK-900

Modello: CMV MK-900		
Coppia max testa rotante	9	kNm
Velocità max testa rotante	192	rpm
Tiro	78,5	kN
Spinta	50	kN
Apertura morse	360	mm
Peso	12000	kg

5.1.2 - Metodiche di esecuzione dei sondaggi geognostici

Come evidenziato per l'esecuzione dei sondaggi è stata utilizzata la tecnica a carotaggio continuo, a secco. Per la natura granulare (depositi alluvionali) si è adoperato esclusivamente il carotiere semplice con estrusione del materiale per percussione.

Durante la realizzazione sono state adottate le seguenti precauzioni e accorgimenti:

- 1) Il sondaggio è stato eseguito senza l'ausilio di fluidi di perforazione;

- 2) La perforazione è stata condotta a bassa velocità per evitare il riscaldamento dei terreni attraversati;
- 3) Ogni manovra non ha interessato più di 1,00 m di sedimenti, in generale le manovre non hanno superato i 50 cm.
- 4) Le carote estratte dal carotiere sono state travasate in apposite cassette catalogatrici.

5.1.3 - Metodiche di esecuzione dei piezometri

Durante il piano delle indagini entrambi i sondaggi (S1/S2/S6/S7) sono stati attrezzati a piezometro (S1PZ1/S2PZ2/S6PZ6/S7PZ7).

Preliminarmente all'allestimento del piezometro il sondaggio a carotaggio continuo è stato approfondito rispetto alla quota in cui è stata rinvenuta la falda al fine di verificare le caratteristiche stratigrafiche dell'acquifero nel tratto saturo. Terminato il sondaggio si è proceduto a:

- Alesare il foro a distruzione ad acqua con rivestimento del diametro $\varphi = 193$ mm;
- Installare la tubazione cieca e fenestrata in PVC da 4" e spessore 5,3 mm;
- Nell'intercapedine foro/tubo, da circa 1 m sopra il "top" del tratto filtrato sino a fondo foro, è stato realizzato un manto drenante con ghiaietto lavato ($\varphi = 2 - 6$ mm);
- Al di sopra del dreno realizzato mediante ghiaietto siliceo lavato è stato messo in posa un tappo di bentonite avente uno spessore di 1 m;
- Nella parte superiore al dreno fino al p.c. è stata eseguita la cementazione con malta di densità 1,8 Kg/l, per isolare il manto drenante ed evitare l'eventuale infiltrazione e percolazione d'acqua e inquinanti dalla superficie;
- La parte terminale della tubazione è stata chiusa con un tappo a vite e protetto con un chiusino fuori terra, munito di coperchio con lucchetto.

Nella Tab. 5.1.3/2 si riportano le caratteristiche costruttive dei piezometri mentre gli schemi nell'Allegato A – Stratigrafie.



Fig. 5.1.3/1: Particolare di un chiusino f.t.

Piezometri	Coordinate Gauss-Boaga		Quota inizio finestratura	Quota fine finestratura	Tratto finestratura	Fondo Foro
	Nord	Est	m	m	m	m
S1-PZ1	4345179,172	1496739,510	5,00	14,00	9,00	15,00
S2-PZ2	4344932,768	1496958,406	5,00	14,00	9,00	15,00
S6-PZ6	4343762,183	1497031,613	5,00	14,00	9,00	15,00
S7-PZ7	4343294,225	1496674,522	5,00	14,00	9,00	15,00

Tab. 5.2.1/2: Coordinate Gauss-Boaga caratteristiche costruttive dei piezometri

5.1.4 - Pulizia piezometri (spurgo)

Successivamente all'ultimazione dei piezometri si è proceduto alla pulizia degli stessi con la tecnica denominata "air lift". Le acque derivanti sono state stoccate in cisterne. La pulizia è stata protratta fino all'ottenimento di acqua chiara priva di materiale in sospensione e/o di sedimenti.

5.2 – Campionamento matrici ambientali

Di seguito saranno descritte le metodiche di campionamento adottate per le diverse matrici ambientali quali:

- Suolo - Sottosuolo;

- Top Soil;
- Acque sotterranee;

5.2.1 - Campionamento di suolo, sottosuolo e Top Soil

Le attività di preparazione delle aliquote e la descrizione delle caratteristiche stratigrafiche dei campioni sono avvenute nell'area appositamente attrezzata esterna alla piazzola di perforazione. Per ogni stazione di campionamento le carote sono state misurate per la loro lunghezza e successivamente suddivise sul posto, con prelievo di campioni secondo quanto previsto dalle specifiche tecniche del piano delle indagini.

Preliminarmente alla ricostruzione stratigrafica, si è effettuato il campionamento delle componenti volatili (COV) con l'ausilio di uno strumento sterile usa e getta di forma cilindrica con stantuffo da inserire nella carota e trasferito nei contenitori di tipo "vial".

Dopo aver effettuato la ricostruzione stratigrafica e fotografato le cassette catalogatrici, utilizzando tutti gli accorgimenti necessari ad evitare che il campione venga a contatto con materiali inquinanti, si è proceduto al campionamento tenendo conto delle metodiche sotto riportate.

Dopo una pre-vagliatura con setaccio (maglia da 2 cm) e l'asportazione dei materiali estranei, si è proceduto alla formazione delle aliquote di sedimento da destinare alla determinazione dei restanti parametri previsti dal piano di indagine. I campioni sono stati conservati in contenitori in vetro da 314 ml in doppia aliquota, e una "vial" che è stata conservata ad una temperatura compresa tra 4 e 6 °C ed è stata successivamente inviata al laboratorio d'analisi; le altre aliquote sono state conservate a temperature ambiente e inviate presso lo stesso laboratorio.

Al termine del campionamento le cassette catalogatrici sono state sigillate e conservate presso la piazzola a disposizione per ulteriori campionamenti e/o verifiche.

Il campionamento del Top Soil è stato eseguito manualmente rimuovendo uno strato di terreno da una buca di dimensioni 100 x 100 cm e profondità 10 cm con una spatola adeguatamente decontaminata. Per la formazione delle aliquote si è seguita la procedura precedentemente descritta ad esclusione della formazione delle "vial".



Fig. 5.2.1 /1: particolare del campionamento dei Top Soil - TS2

In Tab. 5.2.1/2 si riporta la totalità dei campioni prelevati dalla matrice suolo e sottosuolo suddivisi per sondaggio.

Sondaggio	Campione	Data	Profondità	RdP
S1-PZ1	S1-PZ1_1	21/11/2022	0,00 – 1,00	2300314.001
	S1-PZ1_2	21/11/2022	2,00 – 3,00	2302108.001
	S1-PZ1_3	21/11/2022	4,00 – 5,00	2300314.002
S2-PZ2	S2-PZ2_1	23/11/2022	0,00 – 1,00	2300314.003
	S2-PZ2_2	23/11/2022	3,00 – 4,00	2300314.004
	S2-PZ2_3	23/11/2022	5,50 – 6,50	2300314.005
S3	S3_1	22/11/2022	0,00 – 1,00	2300314.006
	S3_2	22/11/2022	4,00 – 5,00	2302108.002
	S3_3	22/11/2022	7,00 – 8,00	2300314.007
S4	S4_1	25/11/2022	0,00 – 1,00	2300314.008
	S4_2	25/11/2022	5,00 – 6,00	2300314.009
	S4_3	25/11/2022	15,40 – 16,40	2300314.010
S5	S5_1	01/12/2022	0,00 – 1,00	2302108.003
	S5_2	01/12/2022	1,60 – 2,60	2302108.004
	S5_3	01/12/2022	3,30 – 4,30	2300314.011
S6-PZ6	S6-PZ6_1	01/12/2022	0,00 – 1,00	2300314.012
	S6-PZ6_2	01/12/2022	3,00 – 4,00	2300314.013
	S6-PZ6_3	01/12/2022	6,00 – 7,00	2300314.014
S7-PZ7	S7-PZ7_1	28/11/2022	0,00 – 1,00	2302108.005
	S7-PZ7_2	28/11/2022	1,70 – 2,70	2300314.015
	S7-PZ7_3	28/11/2022	3,50 – 4,50	2300314.016
S8	S8-PZ8_1	30/11/2022	0,00 – 1,00	2300314.017
	S8-PZ8_2	30/11/2022	1,50 – 2,50	2300314.018
	S8-PZ8_3	30/11/2022	3,00 – 4,00	2300314.019

Sondaggio	Campione	Data	Profondità	RdP
POZZ1	POZZ1	05/12/2022	0,00 – 1,00	2300314.020
POZZ2	POZZ2	05/12/2022	0,00 – 1,00	2300314.021
POZZ3	POZZ3	05/12/2022	0,00 – 1,00	2300314.022
POZZ4	POZZ4	06/12/2022	0,00 – 1,00	2300314.023
POZZ5	POZZ5	06/12/2022	0,00 – 1,00	2300314.024
POZZ6	POZZ6	06/12/2022	0,00 – 1,00	2300314.025
POZZ7	POZZ7	06/12/2022	0,00 – 1,00	2300314.026
TS1	TS1	05/12/2022	0,00 – 0,10	2300314.027
TS2	TS2	05/12/2022	0,00 – 0,10	2300314.028

Tab. 5.2.1 /1: Elenco dei campioni e relative profondità

5.2.2 - Campionamento acque sotterranee e misure di campo

Le procedure usate per le attività di prelievo dei campioni di acqua sotterranea dagli appositi piezometri sono state tali da garantire che il campione risultasse il più rappresentativo possibile della composizione chimico-fisica della falda idrica. Nello specifico il campionamento utilizzato è stato del tipo dinamico con l'ausilio di pompa sommersa a basso flusso 0,5 l/minuto.

Preventivamente al prelievo dei campioni i piezometri sono stati adeguatamente spurgati fino ad ottenimento di acqua chiara e comunque per un tempo non inferiore al ricambio di tre volumi d'acqua e fino al raggiungimento della stabilità nei valori dei principali parametri di qualità misurabili in linea sull'acqua effluente (pH, conducibilità, ecc.). I materiali e le attrezzature sono stati scelti in modo da minimizzare i fenomeni di trasferimento di sostanze da e verso il campione quali liberazione di additivi, fenomeni di adsorbimento, ecc. Preliminarmente al prelievo delle acque sotterranee si è proceduto alle misure dei parametri fisici mediante sonda multi parametrica. I campionamenti hanno interessato complessivamente 4 piezometri. Nella Tab. 5.2.2/1 si riportano i valori delle misure dei parametri chimico – fisici eseguite durante le fasi di campionamento.

Data	Piezometro	Soggiacenza	pH	Temp.	Cond.	Ossigeno disciolto	Potenziale Redox
	Sigla	m		C°	µs	mg/l	Mv
15/12/2022	S1-PZ1	4,351	7,08	21,43	777	1,81	207,8
15/12/2022	S2-PZ2	5,198	7,11	21,70	815	2,37	67,5
16/12/2022	S6-PZ6	6,452	6,98	20,13	778	1,56	113,4
16/12/2022	S7-PZ7	3,577	7,21	20,96	743	1,68	152,3

Tab.5.2.2 /1: Valori dei parametri fisici misurati nei diversi piezometri interni all'area

Sondaggio	Campione	Data	RdP
S1-PZ1	S1-PZ1	15/12/2022	2222875.001
S2-PZ2	S2-PZ2	15/12/2022	2222875.002
S6-PZ6	S6-PZ6	16/12/2022	2222875.003
S7-PZ7	S7-PZ7	16/12/2022	2222875.004

Tab. 5.2.2 /2: sintesi del campionamento delle acque

6. METODICHE ANALITICHE

Di seguito si fornisce l'elenco dei metodi accreditati e utilizzati per l'esecuzione delle analisi sui campioni delle diverse matrici ambientali.

Le analisi sono state eseguite presso il laboratorio BIOCHEMIE LAB SRL con sede operativa in Via dei Limite 27/G 50013 Campo Bisenzio (FI).

6.1 - Metodiche analitiche utilizzate

Di seguito si fornisce l'elenco dei metodi accreditati e utilizzati per l'esecuzione delle analisi sui campioni delle diverse matrici ambientali.



6.1.1 - Metodiche di analisi sulla matrice suolo e sottosuolo

Di seguito si riporta l'elenco delle analisi eseguite e le metodiche utilizzate per la loro determinazione relative ai campioni di suolo e sottosuolo Tab. 6.1.1 /1.

Parametro	Metodo	Unita Misura	TAB 1/B D.Lgs 152
Residuo a 105°C	DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n°248 21/10/1999 Met. II .2	-	-
Scheletro (2 mm)	DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met. II. 1	%	-
Alluminio	EPA 3050B 1996 + EPA 6020B 2014		
Antimonio	EPA 3050B 1996 + EPA 6020B 2014	mg/kg	30
Arsenico	EPA 3050B 1996 + EPA 6020B 2014	mg/kg	50
Berillio	EPA 3050B 1996 + EPA 6020B 2014	mg/kg	10
Cadmio	EPA 3050B 1996 + EPA 6020B 2014	mg/kg	15
Cobalto	EPA 3050B 1996 + EPA 6020B 2014	mg/kg	250
Cromo totale	EPA 3050B 1996 + EPA 6020B 2014	mg/kg	800
Ferro	EPA 3050B 1996 + EPA 6020B 2014		
Manganese	EPA 3050B 1996 + EPA 6020B 2014		
Mercurio	EPA 3050B 1996 + EPA 6020B 2014	mg/kg	5
Nichel	EPA 3050B 1996 + EPA 6020B 2014	mg/kg	500
Piombo	EPA 3050B 1996 + EPA 6020B 2014	mg/kg	1000
Rame	EPA 3050B 1996 + EPA 6020B 2014	mg/kg	600
Selenio	EPA 3050B 1996 + EPA 6020B 2014	mg/kg	15
Tallio	EPA 3050B 1996 + EPA 6020B 2014	mg/kg	10
Vanadio	EPA 3050B 1996 + EPA 6020B 2014	mg/kg	250
Zinco	EPA 3050B 1996 + EPA 6020B 2014	mg/kg	1500
Cromo esavalente	CNR IRSA 16 Q 64 Vol 3 1986	mg/kg	15
Sommatoria composti organostannici	UNI EN ISO 23161:2019	mg/kg	350
Cianuri liberi	MU 2251:08 App C	mg/kg	100
Fluoruri	DM 13/09/1999 SO n 185 GU n 248 21/10/1999 Met IV.2 DM 25/03/2002 GU n 84 10/04/2002	mg/kg	2000
Benzene	EPA 5021A 2014 + EPA 8015C 2007	mg/kg	2
Etilbenzene	EPA 5021A 2014 + EPA 8015C 2007	mg/kg	50
Stirene	EPA 5021A 2014 + EPA 8015C 2007	mg/kg	50
Toluene	EPA 5021A 2014 + EPA 8015C 2007	mg/kg	50
Xileni	EPA 5021A 2014 + EPA 8015C 2007	mg/kg	50
Sommatoria Organici Aromatici	EPA 5021A 2014 + EPA 8015C 2007	mg/kg	100

Parametro	Metodo	Unita Misura	TAB 1/B D.Lgs 152
(secondo D.LGS 152/06)			
Metil ter-butil etere (MTBE)	EPA 5021A 2014 + EPA 8015C 2007	mg/kg	250
Piombo tetraetile	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg	0,068
Clorometano	EPA 5035A 2002 + EPA 8260C 2018	mg/kg	5
Diclorometano	EPA 5035A 2002 + EPA 8260C 2018	mg/kg	5
Trichloromethane	EPA 5035A 2002 + EPA 8260C 2018	mg/kg	5
Cloruro di Vinile	EPA 5035A 2002 + EPA 8260C 2018	mg/kg	0,1
1,2-Dicloroetano	EPA 5035A 2002 + EPA 8260C 2018	mg/kg	5
1,1-Dicloroetilene	EPA 5035A 2002 + EPA 8260C 2018	mg/kg	1
Tricloroetilene	EPA 5035A 2002 + EPA 8260C 2018	mg/kg	10
Tetracloroetilene (PCE)	EPA 5035A 2002 + EPA 8260C 2018	mg/kg	20
1,1-Dicloroetano	EPA 5035A 2002 + EPA 8260C 2018	mg/kg	30
1,2-Dicloroetilene (cis+trans)	EPA 5035A 2002 + EPA 8260C 2018	mg/kg	15
1,1,1-Tricloroetano	EPA 5035A 2002 + EPA 8260C 2018	mg/kg	50
1,2-Dicloropropano	EPA 5035A 2002 + EPA 8260C 2018	mg/kg	5
1,1,2-Tricloroetano	EPA 5035A 2002 + EPA 8260C 2018	mg/kg	15
1,2,3-Tricloropropano	EPA 5035A 2002 + EPA 8260C 2018	mg/kg	10
1,1,2,2-Tetracloroetano	EPA 5035A 2002 + EPA 8260C 2018	mg/kg	10
Tribromometano (Bromofornio)	EPA 5035A 2002 + EPA 8260C 2018	mg/kg	10
1,2-Dibromoetano	EPA 5035A 2002 + EPA 8260C 2018	mg/kg	0,1
Dibromoclorometano	EPA 5035A 2002 + EPA 8260C 2018	mg/kg	10
Bromodiclorometano	EPA 5035A 2002 + EPA 8260C 2018	mg/kg	10
Benzo (a) pirene	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg	10

Benzo (a) Antracene	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg	10
Benzo (b) fluorantene	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg	10
Benzo (k) fluorantene	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg	10
Benzo (g,h,i) Perilene	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg	10
Crisene	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg	50
Dibenzo (a) Pirene	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg	10
Dibenzo (a,l) Pirene	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg	10
Dibenzo (a,i) Pirene	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg	10
Dibenzo (a,h) Pirene	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg	10
Dibenzo (a,h) Antracene	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg	10
indeno (1,2,3-cd) pirene	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg	5
Pirene	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg	50
Sommatoria IPA (D.Lgs 152/06 All. 5 Tb1)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg	100
1,2-Diclorobenzene	EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018	mg/kg	50
1,4-Diclorobenzene	EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018	mg/kg	10
1,2,4-Triclorobenzene	EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg	50
1,2,4,5-tetraclorobenzene	EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg	25
Pentaclorobenzene	EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg	50
Esaclorobenzene	EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg	5
Monoclorobenzene	EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018	mg/kg	50
(o-,m-,p-) Metilfenolo	EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg	25
Fenolo	EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg	60
2-Clorofenolo	EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg	25
2,4-Diclorofenolo	EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg	50
2,4,6-Triclorofenolo	EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg	5
Pentaclorofenolo	EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg	5
Alaclor	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg	1
Aldrin	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg	0,1
*Atrazina	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg	1
a-HCH (Alfa-Esaclorocicloesano)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg	0,1
b-HCH (Beta-Esaclorocicloesano)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg	0,5
g-HCH (Gamma-Esaclorocicloesano)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg	0,5
Clordano	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg	0,1
DDD	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg	0,1
DDE	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg	0,1
DDT	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg	0,1
Dieldrin	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg	0,1
Endrin	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg	2

Parametro	Metodo	Unita Misura	TAB 1/B D.Lgs 152
Idrocarburi C<=12	EPA 5021A 2014 + EPA 8015C 2007	mg/kg	250
Idrocarburi C>12	ISO 16703:2004	mg/kg	750

Tab. 6.1.1 /1: Parametri e metodi relativi ai campioni di suolo e sottosuolo

6.1.2 - Metodiche di analisi sulla matrice Top Soil

Di seguito si riporta l'elenco degli analiti e le metodiche utilizzate per la loro determinazione delle concentrazioni relativamente ai campioni di Top Soil Tab 6.1.2 /1.

Parametro	Metodo	Unita Misura	TAB 1/B D.Lgs 152
Residuo a 105°C	DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n°248 21/10/1999 Met. II .2	-	-
Scheletro (2 mm)	DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met. II. 1	%	-
Amianto	CNR IRSA Q 64 vol 3 1996 App III Fase A+ DM 06/09/1994 GU n° 220 20/09/1994 All 1A	mg/kg	1000
Alaclor	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg	1
Aldrin	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg	0,1
*Atrazina	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg	1
a-HCH (Alfa-Esaclorocicloesano)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg	0,1
b-HCH (Beta-Esaclorocicloesano)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg	0,5
g-HCH (Gamma-Esaclorocicloesano)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg	0,5



Clordano	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg	0,1
DDD	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg	0,1
DDE	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg	0,1
DDT	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg	0,1
Dieldrin	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg	0,1
Endrin	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg	2
Sommatoria PCDD, PCDF (conversioneTE)	EPA 3545A 2007 + EPA 8280B 2007	mg/kg	0,0001
PCB totali	EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg	5

Tab.6.1.2 /1: Parametri e metodi relativi ai campioni di Top Soil

6.1.3 - Metodiche di analisi sulla matrice acqua sotterranea

Di seguito si riporta l'elenco degli analiti e le metodiche utilizzate per la loro determinazione relativamente ai campioni d'acqua sotterranea Tab. 6.1.3 /1.

Parametro	Metodo	Unita Misura	TAB 1/B D.Lgs 152
Alluminio	UNI EN ISO 17294-2:2016	µg/l	200
Antimonio	UNI EN ISO 17294-2:2016	µg/l	5
Argento	UNI EN ISO 17294-2:2016	µg/l	10
Arsenico	UNI EN ISO 17294-2:2016	µg/l	10
Berillio	UNI EN ISO 17294-2:2016	µg/l	4
Boro	UNI EN ISO 17294-2:2016	µg/l	1000
Cadmio	UNI EN ISO 17294-2:2016	µg/l	5
Cobalto	UNI EN ISO 17294-2:2016	µg/l	50
Cromo	UNI EN ISO 17294-2:2016	µg/l	50
Cromo esavalente	EPA 7199 1996	µg/l	5
Ferro	UNI EN ISO 17294-2:2016	µg/l	200
Manganese	UNI EN ISO 17294-2:2016	µg/l	50
Mercurio	UNI EN ISO 17294-2:2016	µg/l	1

Parametro	Metodo	Unita Misura	TAB 1/B D.Lgs 152
Nichel	UNI EN ISO 17294-2:2016	µg/l	20
Piombo	UNI EN ISO 17294-2:2016	µg/l	10
Rame	UNI EN ISO 17294-2:2016	µg/l	1000
Selenio	UNI EN ISO 17294-2:2016	µg/l	10
Tallio	UNI EN ISO 17294-2:2016	µg/l	2
Zinco	UNI EN ISO 17294-2:2016	µg/l	3000
Cianuri liberi	MU 2251:087 – escluso punti 8.2.2 e 8.2.3	µg/l	50
Nitriti	UNI EN ISO 10304-1:2009	µg/l	500
Solfati	UNI EN ISO 10304-1:2009	mg/l	250
Fluoruri	UNI EN ISO 10304-1:2009	µg/l	1500
Benzene	EPA 5030C 2003 + EPA 8260C 2018	µg/l	1
Etilbenzene	EPA 5030C 2003 + EPA 8260C 2018	µg/l	50
Stirene	EPA 5030C 2003 + EPA 8260C 2018	µg/l	25
Toluene	EPA 5030C 2003 + EPA 8260C 2018	µg/l	15
p+10m-Xilene	EPA 5030C 2003 + EPA 8260C 2018	µg/l	10
Metil ter-butyl etere (MTBE)	EPA 5030C 2003 + EPA 8260C 2018	µg/l	40
Piombo tetraetile	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/l	0,1
Tribromometano	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018	µg/l	0,3
1,2-Dibromo Etano	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018	µg/l	0,001
Dibromo Cloro Metano	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018	µg/l	0,13
Bromodiclorometano	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018	µg/l	0,17
Clorometano	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018	µg/l	1,5
Triclorometano	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018	µg/l	0,15
Cloruro di vinile	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018	µg/l	0,5
1,2-Dicloro Etano	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018	µg/l	3
1,1-Dicloro Etilene	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018	µg/l	0,05

Tricloro Etilene	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018	µg/l	1,5
Tetracloro Etilene	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018	µg/l	1,1
Esaclorobutadiene	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018	µg/l	0,15
Sommatoria Organoalogenati	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018	µg/l	10
1,1-Dicloro Etano	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018	µg/l	810
1,2-Dicloro Etilene (cis+trans)	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018	µg/l	60
1,1,2-Tricloro Etano	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018	µg/l	0,2
1,2-Dicloro Propano	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018	µg/l	0,15
1,2,3-Tricloro Propano	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018	µg/l	0,001
1,1,2,2-Tetracloro Etano	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018	µg/l	0,05
Benzo (a) Antracene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/l	0,1
Benzo (a) pirene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/l	0,01
Benzo (b) fluorantene (31)	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/l	0,1
Benzo (k) fluorantene (32)	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/l	0,05
Benzo (ghi) perilene (33)	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/l	0,01
Crisene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/l	5
Dibenzo (a,h) Antracene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/l	0,01
Indeno (1,2,3-cd) pirene (36)	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/l	0,1
Pirene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/l	50
Sommatoria IPA (D.Lgs, 152/06)	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/l	0,1
Idrocarburi totali espressi come n-esano	EPA 5030C 2003 + EPA 8015D 2003; EPA 3510C 1996 + EPA 8015D 2003	µg/l come n-esano	350
2-Clorofenolo	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/l	180
2,4-Diclorofenolo	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/l	110
2,4,6-triclorofenolo	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/l	5
Pentaclorofenolo	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/l	0,5
Alaclor	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/l	0,1
Aldrin	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/l	0,03

Parametro	Metodo	Unita Misura	TAB 1/B D.Lgs 152
Atrazina	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/l	0,3
a-HCH (a-Esaclorocicloesano)	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/l	0,1
b-HCH (b-Esaclorocicloesano)	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/l	0,1
g-HCH (g-Esaclorocicloesano)	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/l	0,1
Clordano	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/l	0,1
DDD	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/l	0,1
DDE	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/l	0,1
DDT	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/l	0,1
Dieldrin	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/l	0,03
Endrin	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/l	0,1
Sommatoria Fitofarmaci	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	µg/l	0,5
Monobutilstagno	UNI EN ISO 1753:2006	µg/l	
Tributilstagno	UNI EN ISO 1753:2006	µg/l	
Dibutilstagno	UNI EN ISO 1753:2006	µg/l	
Sommatoria composti Organostannici	UNI EN ISO 1753:2006	µg/l	

Tab. 6.1.3/1: Parametri e metodi relativi ai campioni di acqua sotterranea

7. RISULTATI DEL PIANO DELLE INDAGINI

7.1 - Stratigrafie

Per ogni sondaggio il geologo di campo ha ricostruito la stratigrafia dei terreni attraversati.

L'esecuzione degli 8 sondaggi le cui stratigrafie sono riportate nell'Allegato A, ha permesso di ricostruire l'assetto stratigrafico dei terreni attraversati.



Dal punto di vista geologico i sondaggi, limitatamente alle profondità raggiunte (max 18 m), hanno confermato quanto messo in evidenza nel piano della caratterizzazione. Si tratta, infatti di depositi alluvionali di conoide costituiti da ciottoli e ghiaie in matrice sabbioso limosa con locale presenza di livelli di argille limoso – sabbiose e sabbie debolmente limose.

7.2 - Risultati analitici

In questa sezione si riporta la sintesi dei risultati analitici ottenuti per le diverse matrici ambientali (suolo, sottosuolo, top soil e acque di falda).

I risultati sono stati riepilogati in tabelle contenute in file editabili excel come di seguito elencato:

- Tabella riepilogativa risultati analitici suolo e sottosuolo - Top soil - **Allegato C** e **Allegato D**;
- Tabella riepilogativa risultati analitici acqua sotterranea - **Allegato E**.

7.2.1 - Risultati delle analisi sui campioni di suolo e sottosuolo

I risultati analitici dei campioni di suolo e sottosuolo sono sintetizzati nella Tabella dell'**Allegato C**. A titolo riassuntivo nella Tab. 7.2.1 /1 si riportano i valori massimi, minimi e la media per singolo analita considerato. Nello specifico non sono stati considerati quegli analiti per i quali si ottengono concentrazioni minori del limite di rilevabilità.

Analita	Unità di misura	CSC	Media	Max	Min
Residuo a 105°C	%		94,32	97,90	89,10
Scheletro (2 mm)	%		46,35	75,00	11,00
Alluminio	mg/kg		4272,90	7350,00	193,00
Antimonio	mg/kg	30	0,04	1,14	<1
Arsenico	mg/kg	50	4,18	13,60	1,66
Berillio	mg/kg	10	0,35	0,64	0,13
Cadmio	mg/kg	15	0,02	0,17	<0,1
Cobalto	mg/kg	250	3,55	9,15	1,09
Cromo	mg/kg	15	8,49	15,50	2,76
Ferro	mg/kg		9295,16	17000,00	3220,0
Manganese	mg/kg		159,45	460,00	59,00
Nichel	mg/kg	500	6,35	13,00	2,31

Analita	Unità di misura	CSC	Media	Max	Min
Piombo	mg/kg	1000	11,05	31,00	5,08
Rame	mg/kg	600	11,22	56,60	3,81
Selenio	mg/kg	15	1,23	2,23	0,53
Tallio	mg/kg	10	0,06	0,21	<0,1
Vanadio	mg/kg	250	10,67	18,80	3,80
Zinco	mg/kg	1500	27,30	57,60	12,10
Metilfenolo	mg/kg	25	0,04	0,08	0,01
Fenolo	mg/kg	60	0,00	0,117	<0,01
Idrocarburi Pesanti C >12 (C13-C40)	mg/kg	750	15,75	170,00	5,50

Tab. 7.2.1 /1: valori max, min e medie delle concentrazioni per singoli parametri analizzati nei campioni di suolo e sottosuolo

7.2.2 - Risultati delle analisi sui campioni di Top Soil

I risultati analitici dei campioni di Top Soil sono sintetizzati nella Tabella dell'**Allegato D**.

Considerato che si tratta di soli due campioni si rimanda alla tabella dell'Allegato.

7.2.3 - Risultati delle analisi sui campioni di acqua sotterranea

I risultati analitici dei campioni di acqua sotterranea sono sintetizzati nella Tabella dell'**Allegato E**.

A titolo riassuntivo nella Tab. 7.2.3 /1 si riportano i valori massimi, minimi e la media per singolo analita considerato. Nello specifico non sono stati considerati quegli analiti per i quali si ottengono concentrazioni minori dei limiti di Rilevabilità.

Analita	Unità di misura	CSC	Media	Max	Min
Conducibilità'	µS/cm		778,75	815	743
pH			7,09	7,21	6,98
Temperatura	°C		21,07	21,70	20,13
Potenziale Redox	mV		135,25	207,8	67,5
Ossigeno disciolto	mg/l		1,855	2,37	1,56
Solfati	(mg/l)	250	61	72	52
Fluoruri	(µg/l)	1500	109,25	181	65
Alluminio	(µg/l)	200	5,12	8,48	2,52
Cadmio	(µg/l)	5	0,03	0,103	<0,1
Cobalto	(µg/l)	50	1,18	3,61	<1
Cromo tot	(µg/l)	50	0,57	1,18	<1
Ferro	(µg/l)	200	110,6	373	14
Nichel	(µg/l)	20	3,86	5,56	3,11
Rame	(µg/l)	1000	2,15	3,07	1,39
Manganese	(µg/l)	50	506,75	1680	26,4
Zinco	(µg/l)	3000	25,55	37,3	17,5
Boro	(µg/l)	1000	63,37	70,7	50,6
Idrocarburi totali espressi come n esano	(µg/l)		8,925	35,7	<35

Tab. 7.2.3 /1: valori max, min e medie delle concentrazioni per singoli parametri analizzati nei campioni di acqua sotterranea

8. SUPERAMENTI DELLE CSC

8.1 - Superamenti delle CSC nei campioni di suolo e sottosuolo

I risultati analitici per la matrice suolo e sottosuolo sono stati confrontati con le relative CSC (Concertazione Soglia di Contaminazione) riportati nella Tab. 1 colonna B (sito industriale) contenute nel D.Lgs. 152/2006 Allegato 5, Parte IV.

Nello specifico per suolo e sottosuolo si è fatto riferimento alla colonna B in quanto l'area della ha una destinazione urbanistica D "industriale".

Per il suolo e sottosuolo, l'analisi/confronto dei risultati ottenuti (Allegato C) e le CSC non ha evidenziato superamenti.

8.2 - Superamenti delle CSC nei campioni di Top Soil

I risultati analitici per la matrice Top Soil sono stati confrontati con le relative CSC (Concentrazione Soglia di Contaminazione) riportati nella Tab. 1 colonna B (sito industriale) contenute nel D.Lgs. 152/2006 Allegato 5, Parte IV.

Per il Top Soil, l'analisi/confronto dei risultati ottenuti (Allegato D) e le CSC non ha evidenziato superamenti.

8.3 - Superamenti delle CSC nei campioni di acqua sotterranea

I risultati analitici per la matrice acqua sotterranea sono stati confrontati con le relative CSC (Concentrazione Soglia di Contaminazione) riportati nella Tab. 2 contenute nel D.Lgs. 152/2006 Allegato 5, Parte IV.

Per la matrice acqua sotterranea (Allegato E) nei piezometri S1-PZ1, S2-PZ2 e S7-PZ7 si evidenzia il superamento del CSC relativo al Manganese, rispettivamente 254, 66,6 e 1680 µg/l contro un CSC di 50 µg/l e il superamento relativo al Ferro con 373 nel S7-PZ7 contro un CSC pari a 200 µg/l.

9. VALIDAZIONE ARPAS

Durante lo svolgimento delle attività di campo come sondaggi, campionamento Top Soil, Suoli e Sottosuolo nonché le acque non sono stati eseguiti campionamenti in contraddittorio sotto la supervisione dei tecnici dell'ARPA Sardegna del Dipartimento di Cagliari.

10 - CONCLUSIONI

Per l'esecuzione del piano di indagine, protrattosi dal 21/11/2022 al 16/12/2022, sono stati eseguiti n. 8 sondaggi a profondità variabile tra i 10 e i 18 metri, più n. 7 pozzetti della profondità di 1.0m, e sono stati prelevati 31 campioni di suolo e sottosuolo oltre a 2 campione di Top Soil.

Nello stesso periodo sono stati realizzati n.4 piezometri a profondità di 15 m. In tutti e quattro i piezometri, è stato eseguito il campionamento delle acque sotterranee per complessivi 4 campioni.

Per quanto concerne la matrice terreni (**Allegato C e Allegato D**), sia suolo e sottosuolo che Top Soil, non si evidenziano superamenti dei valori delle CSC.

Per quanto concerne la matrice acqua sotterranea (**Allegato E**) si evidenziano i seguenti superamenti per i seguenti piezometri:

- S1-PZ1: Manganese 254 µg/l contro 50 µg/l;
- S2-PZ2: Manganese 66,6 µg/l contro 50 µg/l;



- S7-PZ7: Manganese 1680 µg/l contro 50 µg/l e Ferro 373 µg/l contro 200 µg/l.

Tutte le attività di campo e di laboratorio sono state eseguite in osservanza delle specifiche tecniche fornite dalla committente.

11. ALLEGATI

ALLEGATO A: Stratigrafie

ALLEGATO B: Report Fotografico

ALLEGATO C: Tabella Analitica Terreni

ALLEGATO D: Tabella Analitica Top Soil

ALLEGATO E: Tabella Analitica Acque

ALLEGATO F: RdP Terreni

ALLEGATO G: RdP Top Soil

ALLEGATO H: RdP Acque

File .shp delle indagini

Cagliari Marzo 2023

I Tecnici Geologi

Dott. Mario Strinna



Dott. Fabio Cau



La presente relazione non può essere né copiata né riprodotta, anche parzialmente, se non con il consenso del professionista incaricato, previa autorizzazione scritta. Eventuali mancanze saranno punite ai sensi di legge (Art.2578 C.C. - L.22.4.1941 N.6331)

This report can be neither copied nor reproduced, even partially, except with the consent of the professional person in charge, prior written permission. Any deficiencies will be punished according to the law (Art.2578 CC - L.22.4.1941 N.6331)

